



Kitle kaynaklı veriler kullanılarak anıt ağaçların 3 boyutlu modellenmesi: Boab hapishane ağacı örneği

Ahmet USLU ¹, Murat UYSAL ²

¹ Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Kütahya, Türkiye
² Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendislięi Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 14/11/2022
Kabul Tarihi : 26/12/2022
<https://doi.org/10.53516/ajfr.1204041>
*Sorumlu Yazar:
ahmet.uslu1@dpu.edu.tr

ÖZ

Günümüzde akıllı telefonlar ve mobil uygulamalardaki teknolojik ilerlemelerle birlikte kitle kaynak kullanımı, geniş bir araştırma yelpazesinde verilerin toplanması ve paylaşılması bakımından ortak bir paradoks haline gelmiştir. Özellikle, sosyal medya platformlarında (Instagram, Twitter, Facebook, Flickr, Panoramio, YouTube ve Vimeo) herkese açık olarak paylaşılan fotoğraflar ve videolar, nesnelerin üç boyutlu (3B)

gerçekliğe dayalı dijital modellerini oluşturmak için zaman ve maliyet açısından etkin bir yaklaşım sağlamaktadır. Bu çalışmada, Flickr platformundan ücretsiz olarak elde edilen fotoğraflar ve Hareket ile Nesne Oluşturma (SfM) tekniği kullanılarak Boab Hapishane Ağacı'nın 3B modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçları, Flickr'da paylaşılan kitle kaynaklı fotoğrafların, doğal mirasın 3B belgelenmesi için veri kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Çalışma, SfM tekniği ve sosyal medya fotoğrafları kullanılarak doğal ve kültürel mirasın 3B belgelenmesi alanında çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, anıt ağaçların korunması ve gelecek nesillere aktarılması için referans oluşturabilecek yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Doğal miras, Kitle kaynak kullanımı, Baob Hapishane Ağacı, Flickr, SfM, 3B modelleme

3D modeling of monumental trees using crowdsourced data: a case study of the Boab prison tree

ABSTRACT

Nowadays, with the technological advances in smartphones and mobile applications, crowdsourcing has become a common paradox in terms of collecting and sharing data in a wide range of research. In particular, photos and videos shared publicly on social media platforms (Instagram, Twitter, Facebook, Flickr, Panoramio, YouTube, and Vimeo) provide a time and cost effective approach to generating three-dimensional (3D) reality-based digital models of objects. In this study, it is aimed to 3D modelling of the Boab Prison Tree using the free photos obtained from the Flickr platform and the Structure From Motion (SfM) technique. The results of the study show that crowdsourced photos shared on Flickr can be used as a data source for 3D documentation of natural heritage. The study aims to reach researchers who work in the field of 3D documentation of natural and cultural heritage using SfM technique and social media photographs and offers an innovative approach that can be a reference for the conservation of monumental trees and their transfer to the next generation.

Key Words: Natural heritage, crowdsourcing, Boab prison tree, flickr, SfM, 3D modeling

Citing this article:

Uslu, A., Uysal, M., 2022. Kitle kaynaklı veriler kullanılarak anıt ağaçların 3 boyutlu modellenmesi: Boab hapishane ağacı örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 98-103.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

1. Giriş

Anıt ağaçlar, yaş, çap ve boy itibarıyla kendi türünün alışılmış ölçülerinin çok üzerinde boyutlara ulaşan, bölgenin kültürü ve tarihinde özel yeri bulunan, insanlığın ortak doğal mirası olarak geçmiş ile gelecek arasında köprü kuran tabiat varlıkları olarak tanımlanmıştır (Asan, 1987). Anıt ağaçlar doğal ve beşerî etmenler nedeniyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu nedenle anıt ağaçların tespiti, tescillenmesi ve dijital olarak yeniden yapılandırılması büyük önem taşımaktadır. Gerçekliğe dayalı dijital belgeleme, nesnelerin ölçüldüğü, üç boyutlu (3B) modellendiği ve dijital ortamda saklandığı bir uygulamadır (Remondino ve ark., 2010). Gerçekliğe dayalı dijital belgeleme sürecinde kullanım kolaylığı, düşük maliyet ve geometrik doğruluk sağlayan güçlü yaklaşımlardan biri Hareket ile Nesne Oluşturma (SfM) Fotogrametrisi tekniğidir (Remondino ve ark., 2010). Bu teknik, iki boyutlu (2B) görüntülerden güvenilir, hassas ve ayrıntılı 3B fotogerçekçi model üretimi sağladığı için 3B dijital belgeleme araştırmalarında sıklıkla kullanılmıştır (Themistocleous, 2017; Doulamis ve ark., 2020; Uslu ve Uysal, 2021; Alsadik, 2022; Uslu, 2022).

Günümüzde akıllı telefonlar, mobil uygulamalar ve sosyal ağ platformlarındaki teknolojik ilerlemelerle birlikte kitle kaynak kullanımı, geniş bir araştırma yelpazesinde verilerin toplanması ve paylaşılması bakımından ortak bir paradoks haline gelmiştir (Aljoufie ve Tiwari, 2022; Lee ve ark., 2022; Plikynas ve ark., 2022). Özellikle, sosyal medya platformlarında (Instagram, Twitter, Facebook, Flickr, Panoramio, YouTube ve Vimeo) herkese açık olarak paylaşılan fotoğraflar ve videolar, kültürel mirasın 3B gerçekliğe dayalı dijital modellerini oluşturmak için zaman ve maliyet açısından etkin bir yol sağlamaktadır (Snaveley ve ark., 2006; Alsadik ve ark., 2015; Alsadik, 2016; Somogyi ve ark., 2016; Themistocleous, 2017). Bu görüntülerden oluşturulan 3B modeller, görselleştirme ve doğruluk açısından tutarlıdır (Alsadik, 2016). Adil kullanım doktrini, sosyal medya uygulamalarında başkalarının telif hakkıyla korunan materyali, sahibinin izni olmadan öğretim, burs ve araştırma gibi amaçlarla makul bir şekilde kullanılmasına izin vermektedir (Themistocleous, 2017).

Son yıllarda, video, hava verileri ve sosyal medya fotoğraf koleksiyonlarından elde edilen görüntülerle 3B modelleme alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Literatürde, SfM tekniği ve sosyal medya fotoğrafları kullanarak kültürel mirasın 3B modellenmesi (Kyriakaki ve ark., 2014; Somogyi ve ark., 2016; Themistocleous, 2017; Doulamis ve ark., 2020; Uslu ve Uysal, 2021; Alsadik, 2022), afetler, yangınlar ve savaşlar nedeniyle yok olan kültür varlıklarının dijitalleştirilmesi (Stathopoulou ve ark., 2015; Vincent ve ark., 2015; Wahbeh ve ark., 2016) ve 3B kent modellerinin oluşturulması (Snaveley ve ark., 2008; Agarwal ve ark., 2011) üzerine araştırmalar yapılmıştır. Ancak SfM tekniği ve sosyal medya fotoğrafları kullanarak anıt ağaçların 3B modellenmesi üzerine yapılmış bilimsel bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu boşluğu doldurmak için çalışmada, Flickr platformundan ücretsiz olarak elde edilen fotoğraflar ve SfM tekniği kullanarak Boab Hapishane Ağacı'nın 3B modellenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Python tabanlı Uygulama Programlama Arayüzü (API) ile Flickr'dan anıt ağacın fotoğraflarının elde edilmesi, SfM ve görüntü eşleştirme teknikleri kullanarak 3B yoğun nokta bulutunun ve 3B katı modelin oluşturulması için bir iş akışı

sunulmuştur. Boab Hapishane Ağacı'nın zemin ölçümleri yapılamadığı için bu çalışmada elde edilen sonuçlar yalnızca 3B görselleştirme ve bilgi edinme amaçlı kullanılabilir. Çalışma, SfM tekniği ve kitle kaynaklı sosyal medya fotoğrafları kullanılarak doğal ve kültürel mirasın 3B belgelenmesi üzerine çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, anıt ağaçların korunması ve gelecek nesillere aktarılması için referans oluşturabilecek yenilikçi bir iş akışı sunmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Çalışma alanı ve çalışmanın materyalleri

Boab Hapishane Ağacı, Batı Avustralya'daki küçük Derby kasabasının 6 km güneyinde yer almaktadır. Yaşı yaklaşık 1500, çevresi 14,7 m ve içi boş olan anıt ağaç, her yıl binlerce kişi tarafından ziyaret edilen önemli bir turistik cazibe merkezidir (Grant ve Harman, 2017). Aborjin halkının modern bir Avustralya kurmaya çalışan Avrupalı pastoralistlere karşı çıktıkları için hapsedildiği tarihi bir yer olarak bilinmektedir (Grant ve Harman, 2017). Şekil 1'de Boab Hapishane Ağacı gösterilmiştir.



Şekil 1. Boab Hapishane Ağacı (Wikipedia, 2022)

Çalışmada veri kaynağı olarak, Sekoya Ulusal Parkı ziyaretçileri tarafından Flickr'da paylaşılan Boab Hapishane Ağacı'nın fotoğrafları, fotogrametrik değerlendirme ve 3B nokta bulutu oluşturma işlemleri için VisualSfM yazılımı ve son olarak 3B katı model oluşturma işlemleri için ise CloudCompare yazılımı kullanılmıştır.

VisualSfM yazılımı ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması, farklı çekim açısına ve çözünürlüğe sahip fotoğraflardan başarılı bir şekilde 3B yoğun nokta bulutu oluşturma (Frahm ve ark., 2010) dolayısıyla tercih edilmiştir. CloudCompare yazılımı da ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması, verimli bir nokta bulutu işleme arayüzüne sahip olması, son teknoloji doku oluşturma fonksiyonlarını içermesi, algoritmalara ve tüm parametrelere erişim imkânı sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir.

2.2 Çalışmanın yöntemi

Çalışmanın yöntemi Flickr platformundan sosyal medya fotoğraflarının elde edilmesi ve elde edilen fotoğraflar ile SfM

tekniklerini kullanarak 3B model oluşturma aşamalarından oluşmaktadır. Şekil 2’de çalışmanın yöntemi gösterilmiştir.



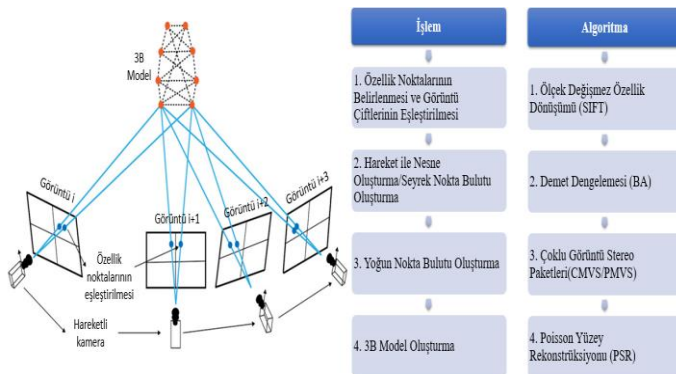
Şekil 2. Çalışmanın yöntemi

2.2.1 Sosyal medya fotoğraflarının elde edilmesi

Çalışmada diğer sosyal medya platformlarına kıyasla ücretsiz API desteği sağlaması nedeniyle veri kaynağı olarak Flickr platformu seçilmiştir. Flickr, sosyal medya kullanıcılarının fotoğraf ve videolarını paylaştıkları bir sosyal ağ uygulamasıdır (URL-2). Flickr’da herkese açık olarak paylaşılan fotoğraflar ve fotoğraflara ilişkin meta veriler, özel API’ler aracılığıyla indirilebilir (Uslu ve Uysal, 2021). Metaveri kaydı, fotoğrafı tanımlayan benzersiz nitelikleri (fotoğraf kimliği ve fotoğrafa bağlanan URL), zamansal nitelikleri (fotoğrafın çekilme tarihi ve saati), coğrafi nitelikleri (enlem ve boylam), metinsel nitelikleri (başlık, açıklama ve etiketler) ve fotoğraf sahibiyile ilgili özellikleri (kullanıcı kimliği, ülke ve şehir) içermektedir. Ücretsiz olmasına rağmen, Flickr API, veri tabanının çökmesini önlemek için sonuç sayısını sorgu başına 4000 kayıtlı sınırlamaktadır (Flickr, 2022).

2.2.2 SfM tekniği ile 3B model oluşturma

SfM tekniği, kamera konumu ve geometrisinin bilinmediği durumlarda bir dizi sırasız görüntülerinden bir sahnenin 3B modelini elde etmeyi sağlayan bir fotogrametri tekniğidir (Snaveley ve ark., 2008). SfM tekniği ile 3B model oluşturma işlem adımları ve algoritma akışı Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. SfM tekniği ile 3B model oluşturma işlem adımları ve algoritma akışı (Gao ve ark.; Xue ve ark., 2021 düzenlenmiştir)

Bu işlem adımları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır:

- SfM algoritmasını uygulamadan önce tamamlanması gereken birkaç adım vardır. Odak uzaklığı, orijinal görüntünün EXIF (Değişebilir Görüntü Dosyası Formatı) bilgisinden elde edilir. Görüntü özellikleri, SIFT (Ölçek Değişmez Özellik Dönüşümü) algoritması (Lowe, 1999) ile çıkarılır. Özellik noktaları daha sonra K-boyutlu ağaç modeli kullanılarak iki görüntü arasında eşleştirilir. Eşleşen her görüntü çifti için epipolar geometri koşulları hesaplanır. Görüntü eşleştirmeyi optimize etmek için rastgele örnek konsensüs algoritması kullanılır. Farklı görüntü çiftlerinde aynı öznelik noktası sürekli olarak algılanırsa, hareket ve iz oluşur (Snaveley ve ark., 2008).
- SfM algoritmasının ilk adımı, doğrusal olmayan en küçük kareler optimizasyon yöntemi olan demet ayarlamasını başlatmak için uygun görüntü çiftlerini seçmektir. İlk görüntü çifti için grup ayarlaması tamamlandıktan sonra, yeni grup ayarlamalarını yinelemeli olarak yürütmek amacıyla yeni görüntü çiftleri art arda eklenir. Yeni görüntü çifti olmadığında demet ayarlama işlemi tamamlanır. Ardından, tahmini kamera parametreleri ve seyrek nokta bulutu elde edilir (Snaveley vd., 2008; Wu vd., 2011).
- SfM tekniğinden elde edilen parametreler, CMVS (Çoklu Görüntülü Stereo için Kümeleme Görünümleri) ve PMVS (yama tabanlı çok görüntülü stereo görüş) algoritmaları (Furukawa ve Ponce, 2009) kullanılarak yoğunlaştırılmış bir nokta bulutu oluşturulur. CMVS/PMVS işleminden önce hesaplama verimliliği için görüntüler konumlarına göre kümelendir. Bu şekilde, her kümenin (yani görüntü grubu) yoğun nokta bulutu ayrı ayrı hesaplanır (Ahmadabadian ve ark., 2013).
- Poisson denklemi (Kazhdan ve Hoppe, 2013) çözümlenerek yoğun nokta bulutu modelinin yüzey bilgilerini temsil eden örtük denklem elde edilir. Yüzey çıkarımı ile geometrik varlık bilgisine sahip yüzey modeli ve görüntülerde görünen nesnenin 3B modeli oluşturulur (Kazhdan ve Hoppe, 2013).

Bu çalışmada, SfM tekniği ile 3B model oluşturma işlemi için üç aşamayı yerine getirmek için VisualSfM yazılımı ve son aşamayı gerçekleştirmek için de CloudCompare yazılımı kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1 Flickr platformundan fotoğrafların elde edilmesi

Boab Hapishane Ağacı’nın Flickr platformunda “Boab Prison Tree” etiketi ile kayıtlı 768 adet fotoğrafı, Flickr API’ye ücretsiz erişim sağlayan Python betiği aracılığıyla orijinal boyutlarında, yaklaşık 1,5 saatte indirilmiştir. Veri seti, Boab Hapishane Ağacı’nın fotoğraflarını ve fotoğraflara ait bilgileri (fotoğraf kimliği, çekilme tarihi, kullanılan etiket, enlem ve boylam) içermektedir. İnternet fotoğraf koleksiyonları sırasızdır. Ayrıca, sahne görüntüleri ile katı bir geometriyi paylaşmayan çok sayıda yanlış etiketlenmiş "aykırı" fotoğraf içerirler (Frahm ve ark., 2008). Bu bağlamda fotoğraf koleksiyonunun içerisinde Boab Hapishane Ağacı ile ilgisi olmayan ve düşük çözünürlükteki fotoğraflar kapsam dışı bırakılmış ve geriye kalan 488 adet

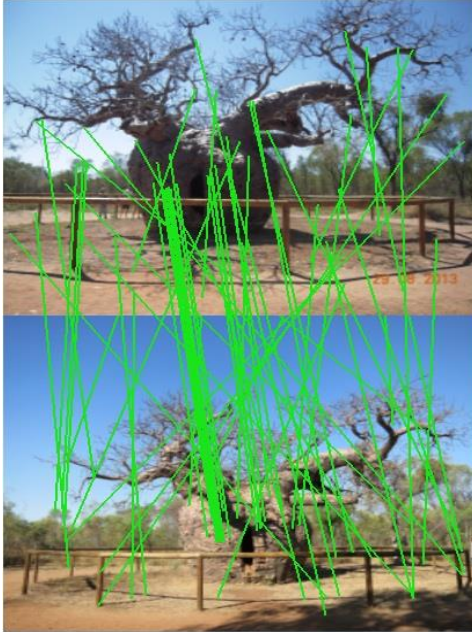
fotoğraf çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Şekil 4’te çalışmada kullanılan fotoğraf koleksiyonu gösterilmiştir.



Şekil 4. Çalışmada kullanılan Flickr fotoğrafları

3.2 Sosyal medya fotoğraflarını ve SfM tekniğini kullanarak 3B model oluşturma

Bu aşmada, ilk olarak Boab Hapishane Ağacı'nın fotoğrafları VisualSfM yazılımına yüklenmiştir. Yazılım, SIFT algoritması ile ardışık örtüşen görüntülerdeki özellikleri belirler ve bunları görüntü çiftleri arasında eşleştirir. Bu işlemde her görüntü diğer tüm görüntülerle eşleştiğinden, eşleştirme süresi görüntülerin boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Şekil 5’te SIFT algoritması ile oluşturulan özellik vektörlerinin bir örneği



Şekil 5. SIFT algoritması ile oluşturulan özellik vektörlerinin bir örneği

Sonraki adımda demet ayarlama tekniği ile görüntü kümesindeki en belirgin özelliklerin 3B koordinatlarını temsil eden seyrek nokta bulutu üretilmiştir. Şekil 6’da 488 görüntünün çekim konumları ve seyrek nokta bulutu gösterilmektedir.



Şekil 6. Fotoğrafların çekim konumları ve seyrek nokta bulutu

Daha sonra seyrek nokta bulutu çıktısından orijinal görüntü piksellerindeki renk bilgilerini koruyan çok daha yoğun bir nokta bulutu oluşturmak için CMVS ve PMVS algoritmaları kullanılmıştır. Yoğun nokta bulutu, Boab Hapishane Ağacı'nın etrafındaki arka plandan gelen gürültüyü de içermektedir. VisualSfM yazılımı, düzenleme araçlarını içermediğinden dolayı gürültülü noktaları temizlemek ve 3B model oluşturmak için CloudCompare yazılımı kullanılmıştır. Bu bağlamda yoğun nokta bulutu, her noktanın renk ve 3B koordinatları hakkında bilgi içeren bir Çokgen Dosya Biçimi (.ply) olarak kaydedilmiş ve CloudCompare yazılımına aktarılmıştır. Şekil 7’de gürültülü noktaları temizlenmiş yoğun nokta bulutu gösterilmektedir.



Şekil 7. Boab Hapishane Ağacı'nın yoğun nokta bulutu (1,453,180 adet nokta)

Bu işlemlerin ardından 3B yoğun nokta bulutu, dokulu ve üçgen örgülü bir 3B yüzey oluşturmak için CloudCompare yazılımının Poisson Yüzey Rekonstrüksiyon algoritması ile işlenmiş ve Boab Hapishane Ağacı'nın gerçekçi bir 3B dijital temsili elde edilmiştir (Şekil 8).

3B dijital modelin şeklinin ve dokusunun oldukça başarılı olduğu ancak fotoğraf koleksiyonunun içerisinde Boab Hapishane Ağacı'nın taç (dallar ve yapraklar) yapısına ait yeterince fotoğraf bulunmadığı için anıt ağacın taç yapısının ayrıntılı 3B modeli elde edilememiştir. Bununla birlikte havadan çekilmiş fotoğraf eksikliğine bağlı olarak anıt ağacın gövdesinin üst bölümünü oluşturan bazı yüzeylerin nokta bulutunda boşluklar oluştuğu ve bu yüzeylerin pürüzlü olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 8. Boab Hapishane Ağacı'nın 3B Dijital Modeli

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Sosyal medya fotoğraf koleksiyonlarından 3B modelleme, büyük potansiyele sahip, aktif bir araştırma konusudur. Fotogrametri ve Bilgisayarla Görme alanlarındaki ilerlemeler, nesnelerin 2B fotoğraflarını kullanarak 3B modellerini oluşturan SfM gibi önemli atılımlara yol açmıştır (Kyriakaki ve ark., 2014). Bu çalışma, SfM tekniğine ve sosyal medya fotoğraflarına dayalı olarak kültürel ve doğal mirasın 3B belgelenmesi alanında çalışmalar yapan araştırmacılara ulaşmayı hedeflemekte, anıt ağaçların korunması ve yönetimi için referans oluşturabilecek yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. İş akışı, Batı Avustralya'daki küçük Derby kasabasının 6 km güneyinde yer alan Boab Hapishane Ağacı'na uygulanmıştır. Bu kapsamda Boab Hapishane Ağacı'nın Flickr'da paylaşılan fotoğrafları Python tabanlı özel API'ler aracılığıyla otomatik olarak indirilmiş ve bir fotoğraf koleksiyonu oluşturulmuştur. Fotoğraf koleksiyonunun içerisinde Boab Hapishane Ağacı ile ilgisi olmayan, düşük çözünürlükteki fotoğraflar kapsam dışı bırakılmış ve 488 adet fotoğraf çalışma klasörüne kaydedilmiştir. Bu veri seti VisualSfM yazılımına aktarılmış, yazılımının SFM ve PMVS / CMVS işlevleri kullanılarak anıt ağacın 3B seyrek ve yoğun nokta bulutları oluşturulmuştur. Daha sonra CloudCompare yazılımında yoğun nokta bulutu etrafında istenmeyen gürültülü noktalar temizlenmiş ve yazılımın Poisson Yüzey Rekonstrüksiyon algoritması ile Boab Hapishane Ağacı'nın 3B dijital modeli elde edilmiştir. 3B dijital modelin şeklinin ve dokusunun oldukça başarılı olduğu ancak fotoğraf koleksiyonunun içerisinde havadan çekilmiş fotoğraf eksikliğine bağlı olarak anıt ağacın taç (dallar ve yapraklar) yapısını oluşturan bazı yüzeylerin nokta bulutunda boşluklar oluştuğu ve

bu yüzeylerin pürüzlü olduğu görülmüştür. Alsadik, (2016); Themistocleous, (2017); Uslu ve Uysal, (2021) araştırmalarında bu soruna dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar, bu sorunun üstesinden gelmek için diğer sosyal medya ağlarında kayıtlı görüntüler ve videolar kullanılarak nokta bulutunun iyileştirilebileceği ve 3B modelin doğruluğunun artırılacağı önerisinde bulunmuşlardır. Anıt ağacın sahada ölçümleri ve detaylı geometrik belgelenmesi yapılmadığı için 3B dijital modelin doğruluk araştırması yapılamamıştır. Bu nedenle Boab Hapishane Ağacı'nın 3B modeli sadece görselleştirme ve bilgi edinme amaçlı kullanılabilir. Çalışmanın sonuçları, Flickr'da paylaşılan fotoğrafların, doğal ve kültürel mirasın 3B belgelenmesi için veri kaynağı olarak uygunluğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın bulguları ve sonuçları göz önünde bulundurularak gelecekteki araştırmalara yönelik bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Çalışma alanından veri elde etmenin mümkün olmadığı durumlarda ve eksik veri sorununun üstesinden gelebilmek için sosyal medya fotoğrafları, kültürel ve doğal mirasın dijital bir temsilini oluşturmak amacıyla kullanılabilir.
- Çalışmada açıklanan metodoloji, kültür ve tabiat varlıklarının video görüntülerinden 3B modeller ve ortofoto görüntüler oluşturmak için kullanılabilir.
- Kültür ve tabiat varlıklarının farklı zamanlarda çekilmiş sosyal medya fotoğrafları kullanılarak bu varlıkların üzerinde meydana gelebilecek hasarları gözlemlemek ve analiz etmek mümkün hale gelebilir.
- Doğal afetler, savaşlar, çatışmalar, terörizm vb. gibi nedenlerden dolayı erişim sağlanamayan kültür ve tabiat varlıklarının 3B modellerini oluşturmak amacıyla sosyal medya ağlarına yüklenen, yerden veya havadan çekilen fotoğraflar ve videolar veri kaynağı olarak kullanılabilir.
- Sosyal medya fotoğrafları ve SfM tekniği kullanılarak oluşturulan 3B modeller sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik teknolojilerine aktarılabilir. Böylece kültürel ve doğal miras alanları sanal ortamlara dönüştürülebilir.

Son yıllarda sosyal medya kullanımının yaygınlaşması, fotoğraf ve video kalitesinin daha yüksek çözünürlüklü hale gelmesine bağlı olarak çalışmada uygulanan yöntem, geleneksel yer ölçümleri ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin yanı sıra kültürel ve doğal miras alanlarının izlenmesi için bir alternatif sunmakta ve gelecekteki araştırmaların önünü açmaktadır.

Kaynaklar

- Agarwal, S., Furukawa, Y., Snavely, N., Simon, I., Curless, B., Seitz, S. M., Szeliski, R., 2011. Building rome in a day. *Communications of the ACM*, 54(10), 105-112.
- Ahmadabadian, A. H., Robson, S., Boehm, J., Shortis, M., Wenzel, K., Fritsch, D., 2013. A comparison of dense matching algorithms for scaled surface reconstruction using stereo camera rigs. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 78, 157-167.
- Aljoufie, M., Tiwari, A., 2022. Citizen sensors for smart city planning and traffic management: crowdsourcing geospatial data through smartphones in Jeddah, Saudi Arabia. *GeoJournal*, 87(4), 3149-3168.
- Alsadik, B., Gerke, M., Vosselman, G., 2015. Efficient use of video for 3D modelling of cultural heritage objects. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(3), 1.
- Alsadik, B., 2016. Crowdsourced and web-published videos for 3D documentation of cultural heritage objects. *Journal of Cultural Heritage*, 21, 899-903.
- Alsadik, B., 2022. Crowdsourced Drone Imagery—A Powerful Source for the 3D Documentation of Cultural Heritage at Risk. *International Journal of Architectural Heritage*, 16(7), 977-987.
- Asan, Ü., 1987. Türkiye ormanlarında saptanabilen anıt nitelikli ağaçların dünyadaki benzerleriyle karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 37(2).
- Doulamis, A., Voulodimos, A., Protopapadakis, E., Doulamis, N., Makantasis, K., 2020. Automatic 3D Modeling and Reconstruction of Cultural Heritage Sites from Twitter Images. *Sustainability*, 12(10), 4223.
- Flickr, 2022. Fotoğraf paylaşım platformu ve sosyal ağ aracı. SmugMug, <https://www.flickr.com>, Erişim:10.11.2022.
- Frahm, J. M., Pollefeys, M., Lazechnik, S., Gallup, D., Clipp, B., Raguram, R., Wu, C., Zach C., Johnson, T., 2010. Fast robust large-scale mapping from video and internet photo collections. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(6), 538-549.
- Furukawa, Y., Ponce, J., 2009. Accurate, dense, and robust multiview stereopsis. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 32(8), 1362-1376.
- Gao, Z., Doi, A., Sakakibara, K., Hosokawa, T., Harata, M., 2021. Three-Dimensional Measurement and Three-Dimensional Printing of Giant Coastal Rocks. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(6), 404.
- Grant, E., Harman, K., 2017. Inventing a Colonial Dark Tourism Site: The Derby Boab “Prison Tree”. In *The Palgrave Handbook of Prison Tourism* (pp. 735-759). Palgrave Macmillan, London.
- Kazhdan, M., Hoppe, H., 2013. Screened poisson surface reconstruction. *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, 32(3), 1-13.
- Kyriakaki, G., Doulamis, A., Doulamis, N., Ioannides, M., Makantasis, K., Protopapadakis, E., Hadjiprocopis, A., Wenzel, K., Fritsch, D., Klein, M., Weinlinger, G., 2014. 4D Reconstruction of Tangible Cultural Heritage Objects from Web-Retrieved Images. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 3(2), 431-452.
- Lee, J. Y., Wang, S., Figueroa, A. J., Strey, R., Lobell, D. B., Naylor, R. L., Gorelick, S. M., 2022. Mapping Sugarcane in Central India with Smartphone Crowdsourcing. *Remote Sensing*, 14(3), 703.
- Lowe, D. G., 1999. Object recognition from local scale-invariant features. In *Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision* (Vol. 2, pp. 1150-1157).
- Plikynas, D., Indriulionis, A., Laukaitis, A., Sakalauskas, L., 2022. Indoor-guided navigation for people who are blind: Crowdsourcing for route mapping and assistance. *Applied Sciences*, 12(1), 523.
- Remondino, F., Rizzi, A., Girardi, S., Petti, F. M., Avanzini, M., 2010. 3D Ichnology -recovering digital 3D models of dinosaur footprints. *The Photogrammetric Record*, 25(131), 266-282.
- Snavely, N., Seitz, S. M., Szeliski, R., 2006. Photo tourism: exploring photo collections in 3D. In *ACM siggraph 2006 papers*, pp. 835-846.
- Snavely, N., Seitz, S. M., & Szeliski, R., 2008. Modeling the world from internet photo collections. *International journal of computer vision*, 80(2), 189-210.
- Somogyi, A., Barsi, A., Molnar, B., Lovas, T., 2016. Crowdsourcing based 3d modeling. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 41(B5).
- Themistocleous, K., 2017. Model reconstruction for 3D visualization of cultural heritage sites using open data from social media: The case study of Soli, Cyprus. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, 774-781.
- Uslu, A., Uysal, M., 2021. Kitle Kaynaklı Fotoğraflar Kullanılarak Kültürel Mirasın Üç Boyutlu Modellenmesi ve Web Tabanlı Görselleştirilmesi: Afrodisias-Tetrapylon Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(3), 632-639.
- Uslu, A., 2022. Fotogrametri Tekniği Kullanılarak Anıt Ağaçların Dijital Belgelenmesi: Mızık Çamı Tabiat Anıtı Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1-12.
- Vincent, M. L., Gutierrez, M. F., Coughenour, C., Manuel, V., Bendicho, L. M., Remondino, F., Fritsch, D., 2015. Crowdsourcing the 3D digital reconstructions of lost cultural heritage. In *2015 Digital Heritage*, 1, 171-172.
- Wahbeh, W., Nebiker, S., Fangi, G., 2016. Combining public domain and professional panoramic imagery for the accurate and dense 3D reconstruction of the destroyed bel temple in Palmyra. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 3, 81.
- Wikipedia, 2022. Boab Prison Tree, Derby, Western Australia. https://en.wikipedia.org/wiki/Boab_Prison_Tree,_Derby, Erişim: 02.10.2022.
- Wu, C., Agarwal, S., Curless, B., & Seitz, S. M., 2011, June. Multicore bundle adjustment. In *CVPR 2011* (pp. 3057-3064). IEEE.
- Xue, Y., Zhang, S., Zhou, M., Zhu, H., 2021. Novel SfM-DLT method for metro tunnel 3D reconstruction and Visualization. *Underground Space*, 6(2), 134-141. DOI: 10.1016/j.undsp.2020.01.002.